

## Packet switching apparatus

Patent Number: ☐ US6222839  
Publication date: 2001-04-24  
Inventor(s): FUJITA KIYOTO (JP); NAKAZAKI SOKO (JP)  
Applicant(s): OKI ELECTRIC IND CO LTD (US)  
Requested Patent: ☐ JP10233779  
Application Number: US19980025029 19980218  
Priority Number(s): JP19970034696 19970219  
IPC Classification: H04L12/56  
EC Classification: H04Q11/04S2  
Equivalents:

---

### Abstract

---

The invention effectively avoids a CPU congestion in a packet switching apparatus. For this purpose, a packet switching apparatus of the invention comprises an AAL part connected with an ATM communication network where communication is performed in packets, a LAN control part connected to a LAN where communication is performed in frames, an IP part for translating a communication protocol of the ATM communication network and a communication protocol of the LAN communication network into each other, a congestion monitoring part for judging whether or not this IP part is in a congestion state, and an IP routing part for discarding a part or all of IP frames received by the LAN control part in case that this congestion monitoring part has judged that the IP part is in a congestion state

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-233779

(43)公開日 平成10年(1998)9月2日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 12/28

H 0 4 L 11/20

G

H 0 4 Q 3/00

H 0 4 Q 3/00

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 17 頁)

(21)出願番号

特願平9-34696

(22)出願日

平成9年(1997)2月19日

(71)出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72)発明者 中崎 聡子

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(72)発明者 藤田 清人

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

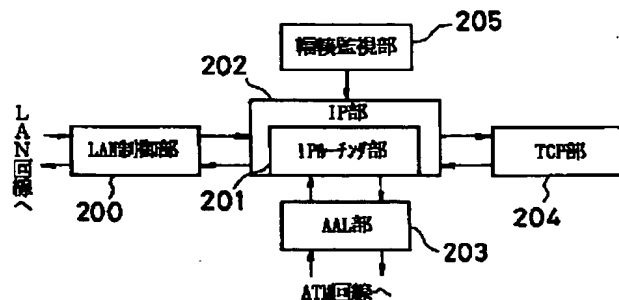
(74)代理人 弁理士 工藤 宜幸

(54)【発明の名称】 パケット交換装置

(57)【要約】

【課題】 パケット交換装置におけるCPU輻輳を有効に回避する。

【解決手段】 パケット網と他のネットワークとを接続した融合ネットワークであって、パケット網と他のネットワークとの間では、パケット網での転送単位であるパケットの複数個分の大きさでなるフレームで意味のあるデータを授受する融合ネットワークにおけるパケット網の要素であるパケット交換装置に関する。自己内の中央処理装置の使用率が所定値以上に高い輻輳状態の発生を監視する輻輳監視手段と、この輻輳監視手段が輻輳を検出したときに、受信した少なくとも一部のフレームを廃棄するフレーム廃棄手段とを有すること特徴とする。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** パケット網と他のネットワークとを接続した融合ネットワークであって、上記パケット網と上記他のネットワークとの間では、上記パケット網での転送単位であるパケットの複数個分の大きさでなるフレームで意味のあるデータを授受する融合ネットワークにおける上記パケット網の要素であるパケット交換装置において、

自己内の中央処理装置の使用率が所定値以上に高い輻輳状態の発生を監視する輻輳監視手段と、

この輻輳監視手段が輻輳を検出したときに、受信した少なくとも一部のフレームを廃棄するフレーム廃棄手段とを有することを特徴とするパケット交換装置。

**【請求項2】** パケット網と他のネットワークとを接続した融合ネットワークであって、上記パケット網と上記他のネットワークとの間では、上記パケット網での転送単位であるパケットの複数個分の大きさでなるフレームで意味のあるデータを授受する融合ネットワークにおける上記パケット網の要素であるパケット交換装置において、

自己内の中央処理装置の使用率が所定値以上に高い輻輳状態の発生を監視する輻輳監視手段と、

この輻輳監視手段による輻輳検出情報を、他のパケット交換装置へ転送するフレームに挿入する輻輳検出情報挿入手段と、

他のパケット交換装置からの自己宛てのフレームに挿入されている輻輳検出情報に応じて、送信データの送信停止又は送信再開を制御するデータ送信制御手段とを有することを特徴とするパケット交換装置。

**【請求項3】** 上記輻輳監視手段が輻輳を検出したときに、受信した少なくとも一部のフレームを廃棄するフレーム廃棄手段をさらに有することを特徴とする請求項2に記載のパケット交換装置。

**【請求項4】** 上記輻輳監視手段は、輻輳状態を複数の段階で検出するものであり、

上記フレーム廃棄手段は、受信フレームの宛先毎で定まる廃棄の優先順位の情報を内部記憶しており、上記輻輳監視手段から段階が指定された輻輳状態の発生が与えられたときに、その段階で定まる優先順位の受信フレームを廃棄することを特徴とする請求項1又は3に記載のパケット交換装置。

**【請求項5】** 上記フレーム廃棄手段は、フレーム単位のルーチングを行なうルーチング部への受信フレームの引き渡しを行なわないことで受信フレームを廃棄することを特徴とする請求項1、3又は4に記載のパケット交換装置。

**【請求項6】** 上記フレーム廃棄手段は、上記パケット網のアドレスと上記他のネットワークとアドレスとを対応付けた廃棄制御用アドレステーブルを内蔵し、上記フレーム廃棄手段は、当該パケット交換装置の受信

端に位置する、上記パケット網のアドレスと上記他のネットワークとアドレスとを対応付けた受信可否判断用アドレステーブルから、対応情報を消去することで所定の受信フレームを廃棄させると共に、輻輳解除時には、上記廃棄制御用アドレステーブルを参照して、上記受信可否判断用アドレステーブルに対応情報を復帰させることで廃棄対象であったフレームを受信可能にすることを特徴とする請求項1、3又は4に記載のパケット交換装置。

**10 【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、他の網とも接続可能なパケット網の要素であるパケット交換装置に関し、例えば、ATM (Asynchronous Transfer Mode) 交換機に適用し得るものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** 既存LAN (Local Area Network) インタフェースを収容可能なATM交換機が既に提案されている。図2に示すように、既存LAN側の構成要素であるLAN端末1は、複数のATM交換機2～4がリング状、メッシュ状等に相互に接続されてなるATM網に対して、いずれかのATM交換機2を介して接続可能である。

**【0003】** 図3は、LAN端末1を収容可能なATM交換機2のハードウェア構成の概略を示すブロック図である。

**【0004】** ATM交換機2は、当然に、1又は複数のATM端末(図示せず)を収容可能なものであり、また、他のATM交換機3とATM回線を介して接続されているものである。ATM交換機2は、回線収容回路(LC)101、ATMスイッチ(ATM-SW)100、セル分解組立回路(SAR)104、プロセッサバス(PBUS)105及び中央処理装置(CPU)106に加えて、信号制御用バス(CBUS)107及びLAN制御回路(LANC)108を備えている。

**【0005】** 回線収容回路(LC)101は、他のATM交換機又はATM端末に接続されている複数のATM回線102をそれぞれ収容してATM回線102との間でATMセルの授受を実行する複数のATM回線処理回路(ALP)103を備えているものであり、各ATM回線処理回路103は、ATMスイッチ100に接続されている。

**【0006】** ATMスイッチ100は、中央処理装置106の制御下で、あるATM回線処理回路103を他のATM回線処理回路103やセル分解組立回路104に接続させるものである。

**【0007】** セル分解組立回路104は、ATMアダプテーションレイヤ(AAL)を終端してATMセルの分解・組立を行なうものであり、分解によって得られた所定情報を中央処理装置106に与えたり、中央処理装置

## 3

106の制御下でATMセルを組み立てたりするものである。セル分解組立回路104は、内部にメッセージバッファや制御情報バッファを備えている。

【0008】中央処理装置106は、当該装置内の各部の初期設定や状態管理を行なうと共に、ATMスイッチ100の接続の設定やAAL制御等を行なうものである。また、中央処理装置106は、信号制御用バス(CBUS)107を介して、LAN制御回路108を制御するものである。

【0009】LAN制御回路108は、既存LANインタフェース(例えばイーサネットインタフェース;イーサネット(Ethernet)は登録商標)を持つポート109を介して、LAN端末1に接続され得るものであり、LAN端末1との間での情報授受を制御するものである。

【0010】図4は、ATM交換機2のIPフレームの通信機能からみた機能ブロック図であり、各機能は、主として中央処理装置106が実行するソフトウェアによって実現されている。なお、図4は既存LANのプロトコルがTCP(TransmissionControl Protocol)/IP

プロトコルの場合を示している。  
【0011】図4において、LAN端末1等とのIPフレームの通信を実現するためのレイヤ2以上の機能部として、LAN制御部200、IPルーチング部201を含むIP部202、AAL部203及びTCP部203が設けられている。

【0012】LAN制御部201は、LAN制御回路108を介してLAN端末1との間でIPフレームの送受信を行なう機能部である。LAN制御部201は、LAN端末1からのIPフレームを受信したときにはIPフレームをIPルーチング部201に引渡し、IPルーチング部201からLAN端末1へのIPフレームの送信起動があったときにはLAN制御回路108に対して送信制御を実行する。

【0013】IPルーチング部201は、当該ATM交換機2が中継する場合を含め、LAN端末1と各ATM交換機2、3、4との間で授受するIPフレームの着IPアドレスを認識し、それに応じたルーチング制御を実行する機能部である。着IPアドレスが当該ATM交換機2向けのIPフレームであることを表している場合にはIP部202を介してTCP部204にIPフレームを与え、他のATM交換機3、4向けであればAAL部203を介してIPフレームを転送し、LAN端末1向けであればLAN制御部200を介してIPフレームを転送する。

【0014】AAL部203は、ATM網に関するATMアダプテーションレイヤ処理を制御する機能部である。例えば、セル分解組立回路104を制御して、ATMセル化されて到着したIPフレームを再組立てしたり、IPフレームをATMセルに変換させたりすることを制御するものである。AAL部203は、ATMセル

## 4

の形で与えられ再構成されたIPフレームを受信したときには、IPルーチング部201に与え、IPルーチング部201から他のATM交換機3、4や図示しないATM端末へのIPフレームの送信起動があったときにはセル分解組立回路104やATMスイッチ100に対してその宛先へのATMセル送信を実行させるように制御を実行する。

【0015】IP部202は、TCP部204をクライアントとし、複雑に組み合わさったネットワーク上におけるデータの伝送サービスを提供するネットワーク層の処理を行なうものである。TCP部204は、上位層に対して、接続型の信頼性の高い通信手段を提供するトランスポート層の処理を行なうものである。

【0016】図5は、IPルーチング部201によるルーチング制御処理を示すフローチャートである。

【0017】ATM交換機2においては、リセット時や電源オン時に、IPルーチング部201からの命令により、ARP(Address Resolution Protocol)テーブルに、当該ATM交換機2及び他のATM交換機3、4のIPアドレスを登録し、LAN回線等から、当該ATM交換機2や他のATM交換機3、4やLAN端末1宛てのIPフレームを取り込む。さらに、IPルーチング部201では、IP部202に命令を出して、IP部202が受けとったIPフレームを取り込む。

【0018】IPルーチング部201は、LAN制御部200、AAL部203又はTCP部204からのIPフレームをIP部202から受け付けると、その着IPアドレスが当該ATM交換機2のIPアドレスか否かを判定する(ステップ300)。一致したならば、IPルーチング部201は、当該ATM交換機2向けのIPフレームと認識し、IP部202を介してTCP部204に与える(ステップ301)。着IPアドレスが当該ATM交換機2のIPアドレスでなければ、着IPアドレスがLAN回線(従ってLAN端末1)のIPアドレスか否かを判定する(ステップ302)。一致したならば、IPルーチング部201は、当該IPフレームをLAN制御部200へ転送して制御を移行する。

【0019】また、受け付けたIPフレームの着IPアドレスがLAN回線のIPアドレスでなければ、IPルーチング部201は、IPフレームを他のATM交換機3、4に転送するためのルート選択を行なう(ステップ304)。そして、IPルーチング部201は、選択したルートに該当するATM回線番号を選択し、予め定められた接続を選択し、AAL部203に制御を移行する(ステップ305、306)。

【0020】上述した図2の下側には、LAN端末1が送信元になったIPフレームの流れを示しており、ATM交換機2のIPルーチング部201は、上述した処理によって、他のATM交換機3、4へのIPフレームの転送を中継したり、当該ATM交換機2のアプリケーション

ョンにIPフレームを引き渡したりする。なお、図2におけるMACは、媒体アクセス制御を行なうLANインタフェースでの物理層の機能部であり、ATMは、ATMインタフェースでのATM層の処理を行なうATM層の機能部である。

#### 【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、LAN端末1が複数のATM交換機2〜4と同時に通信を行なうような場合、LAN端末1を直接収容しているようなATM交換機2のIPルーティング部201では、図5に示した処理が多数行なわれる。上述したように、IPルーティング部201は、實際上、中央処理装置(CPU)106のソフトウェアとして実現されているものであり、図5に示した処理が多数行なわれるときには、CPU使用率が高くなる。その結果、IPフレームの処理遅延等によって、今後のIPフレームの転送処理等を正確に実行できることを保証できない、CPU使用率が100%に近いCPU輻輳(例えば90%以上)が生じるという課題があった。

【0022】ここで、CPU使用率とは、一定周期(例えば1ms)で動くプログラムが無負荷時にある時間に動く回数xで、そのある時間にそのプログラムが動いた回数yを割って、100を掛けたものをさらに100から引いたもの $A = 100 - (100y/x)$ をいう。

【0023】従来においては、CPU輻輳に対して、受信したATMセルを廃棄してCPU使用率を下げてCPU輻輳を回避しようとしていた。しかしながら、ATM側ではなく、LAN回線からの受信がCPU使用率を上げている場合には、ATMセルの廃棄によってもCPU使用率の低下はごく僅かであって、CPU輻輳を回避し得ないことも生じていた。

【0024】そのため、CPU輻輳を確実に回避することができるパケット交換装置が求められている。

#### 【0025】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため、第1の本発明は、パケット網と他のネットワークとを接続した融合ネットワークであって、パケット網と他のネットワークとの間では、パケット網での転送単位であるパケットの複数個分の大きさでなるフレームで意味のあるデータを授受する融合ネットワークにおけるパケット網の要素であるパケット交換装置において、(1)自己内の中央処理装置の使用率が所定値以上に高い輻輳状態の発生を監視する輻輳監視手段と、(2)この輻輳監視手段が輻輳を検出したときに、受信した少なくとも一部のフレームを廃棄するフレーム廃棄手段とを有することを特徴とする。

【0026】また、第2の本発明は、パケット網と他のネットワークとを接続した融合ネットワークであって、パケット網と他のネットワークとの間では、パケット網での転送単位であるパケットの複数個分の大きさでなる

フレームで意味のあるデータを授受する融合ネットワークにおけるパケット網の要素であるパケット交換装置において、(1)自己内の中央処理装置の使用率が所定値以上に高い輻輳状態の発生を監視する輻輳監視手段と、(2)この輻輳監視手段による輻輳検出情報を、他のパケット交換装置へ転送するフレームに挿入する輻輳検出情報挿入手段と、(3)他のパケット交換装置からの自己宛てのフレームに挿入されている輻輳検出情報に応じて、送信データの送信停止又は送信再開を制御するデータ送信制御手段とを有することを特徴とする。

#### 【0027】

##### 【発明の実施の形態】

##### (A) 第1の実施形態

以下、本発明のパケット交換装置をATM交換機に適用した第1の実施形態を図面を参照しながら詳述する。

【0028】この第1の実施形態のATM交換機も、ハードウェア構成の概略は、従来に係る図3と同様である。しかしながら、中央処理装置(CPU)106が実行するIPフレームの転送機能が従来とは異なっている。

【0029】図1は、この第1の実施形態のATM交換機についてのIPフレームの通信機能からみた機能ブロック図であり、上述した図4との同一、対応部分には同一符号を付して示している。図1に示す各機能は、主として中央処理装置106が実行するソフトウェアによって実現されている。なお、図1も、既存LANのプロトコルがTCP/IPプロトコルの場合を示している。

【0030】第1の実施形態のATM交換機は、LAN端末1等とのIPフレームの通信を実現するためのレイヤ2以上の機能部として、従来と同様に、LAN制御部200、IPルーティング部201を含むIP部202、AAL部203及びTCP部203を備えると共に、さらに、輻輳監視部205を備えている。

【0031】輻輳監視部205は、CPU使用率Aを常時監視し、CPU使用率Aが輻輳判定用閾値THを越えたらCPU輻輳通知をIPルーティング部201に発行すると共に、CPU使用率Aが輻輳判定用閾値TH以下に戻るとCPU輻輳解除通知をIPルーティング部201に発行するものである。なお、輻輳監視部205は、CPU使用率Aの演算部を内蔵している。

【0032】例えば、輻輳監視部205は、図6に示すような処理により、上述した機能を実現する。

【0033】ATM交換機2のリセット時や電源オン時に、輻輳監視部205が処理を開始して、まず、CPU輻輳フラグをオフに初期化する(ステップ400)。その後は、以下の処理を繰返す。CPU使用率Aを認識しては閾値THとの大小比較を行なう(ステップ401、402)。そして、CPU使用率Aが閾値THを越えていれば、CPU輻輳フラグの状態を参照して、越えている状態が継続しているのか越えるようになった直後かを

判定し（ステップ403）、越えるようになった直後であればCPU輻輳通知をIPルーチング部201に与えると共にフラグをオンに変化させる（ステップ404）。また、CPU使用率Aが閾値TH以下であれば、CPU輻輳フラグの状態を参照して、閾値TH以下である状態が継続しているのか閾値TH以下になった直後かを判定し（ステップ405）、閾値TH以下になった直後であればCPU輻輳解除通知をIPルーチング部201に与えると共にフラグをオフに変化させる（ステップ406）。

【0034】第1の実施形態のIPルーチング部201は、上述した図5に示す処理を実行するだけでなく、輻輳監視部205からのCPU輻輳通知やCPU輻輳解除通知が与えられたときには、図7に示すように、割り込みによって、IPフレーム送信停止命令やIPフレーム送信再開命令をIP部202に与える処理を行なうものである。なおここで、IP部202は、IPフレーム送信停止命令を受領したときには送信停止フラグをオンとし、IPフレーム送信再開命令を受領したときには送信停止フラグをオフとするものとする。

【0035】この第1の実施形態のIP部202は、IPフレームを受信したときに、単にIPルーチング部201に引き渡すのではなく、図8に示すような処理を行なうようになされている。

【0036】すなわち、IPフレームを受信すると、送信停止フラグの内容を確認し（ステップ420）、送信停止フラグがオンであれば、そのIPフレームを廃棄し（ステップ422）、これ以外の場合には、受信IPフレームをIPルーチング部201に引き渡す（ステップ423）。なお、IPフレームが引き渡されたIPルーチング部201においては、上述した図5の処理が実行される。

【0037】以上のような輻輳監視部205、IPルーチング部201及びIP部202の機能により、この第1の実施形態のATM交換機においては、CPU輻輳状態になると、LAN回線側からのIPフレームが廃棄される。

【0038】上述したIPフレームの廃棄によっては、中央処理装置（CPU）106の負荷が軽減され、CPU使用率が低下する。そして、これによりCPU輻輳状態が解除されると、全てのIPフレームが転送されるようになる。

【0039】上記第1の実施形態のATM交換機によれば、CPU使用率を監視し、CPU輻輳状態ではIPフレームを廃棄するようにしたので、CPU輻輳状態をほぼ確実に回避できるようになる。特に、ATMセルの廃棄によってはCPU使用率を低下させにくい、LAN回線側からのIPフレームに基づくCPU輻輳をほぼ確実に回避できるようになる。

【0040】なお、この第1の実施形態の変形例として

は、LAN回線側からのIPフレームだけを、CPU輻輳状態では廃棄させるものを挙げることができる。

【0041】（B）第2の実施形態

次に、本発明のパケット交換装置をATM交換機に適用した第2の実施形態を図面を参照しながら詳述する。

【0042】この第2の実施形態のATM交換機は、CPU輻輳状態を複数の段階に分け、そのCPU輻輳状態の段階に応じて、廃棄するIPフレームの種類（宛先ATM交換機）を変えるようにしたものである。また、第2の実施形態のATM交換機は、IPフレームの廃棄を、ARPテーブルにおけるIPアドレスの削除を通じて、言い換えると、ATM交換機のIPフレームの入口で削除するようにしたものである。

【0043】さらに、第2の実施形態のATM交換機は、図9に示すようなLAN回線を収容しているATM交換機10Aを対象としており、LAN回線を収容していないATM交換機10B、10C、10DへのLAN回線からのIPフレームは、LAN回線を収容している第2の実施形態のATM交換機10Aを介して配送されることを前提としている。

【0044】第2の実施形態のATM交換機（10A）も、ハードウェア構成の概略は、従来に係る図3と同様である。しかしながら、中央処理装置（CPU）106が実行するIPフレームの転送機能が従来とは異なっている。IPフレームの転送機能をブロック図で示した場合には、図1と同様に表すことができるが、輻輳監視部205及びIPルーチング部201の処理は、第1の実施形態のものと異なっている。

【0045】第2の実施形態の輻輳監視部205は、CPU輻輳を判定するための閾値として複数の値（例えば、TH1、TH2、TH3）を備え、IPルーチング部201に対して、CPU輻輳の通知をその輻輳レベルと共に通知するものである。また、CPU輻輳が解除された場合にはそのことをIPルーチング部201に通知するものである。なお、CPU輻輳解除通知も、解除された輻輳レベルを伴って行なうようなものであっても良い。

【0046】例えば、第2の実施形態の輻輳監視部205は、図10に示すような処理により、上述した機能を実現する。

【0047】ATM交換機10Aのリセット時や電源オン時に、輻輳監視部205が処理を開始して、まず、CPU輻輳レベルを0（輻輳なしを表す）に初期化する（ステップ500）。その後は、以下の処理を繰返す。

【0048】CPU使用率Aを認識しては閾値TH3（例えば90%）、TH2（例えば80%）、TH1（例えば70%）との大小比較を行なう（ステップ501、502、505、508）。

【0049】そして、CPU使用率Aが最大閾値TH3を越えていれば（ステップ502で肯定結果）、CPU

輻輳レベルの値を参照して、今まで輻輳レベルが3の状態か新たに輻輳レベルが3になったのかを判定し（ステップ503）、新たに輻輳レベルが3になったのであれば、レベル3のCPU輻輳通知をIPルーチング部201に与え、CPU輻輳レベルの値を3に変化させる（ステップ504）。

【0050】また、CPU使用率Aが最大閾値TH3以下で中間閾値TH2を越えていれば（ステップ505で肯定結果）、CPU輻輳レベルの値を参照して、今まで輻輳レベルが2の状態か新たに輻輳レベルが2になったのかを判定し（ステップ506）、新たに輻輳レベルが2になったのであればレベル2のCPU輻輳通知をIPルーチング部201に与え、CPU輻輳レベルの値を2に変化させる（ステップ507）。

【0051】さらに、CPU使用率Aが中間閾値TH2以下で最小閾値TH1を越えていれば（ステップ508で肯定結果）、CPU輻輳レベルの値を参照して、今まで輻輳レベルが1の状態か新たに輻輳レベルが1になったのかを判定し（ステップ509）、新たに輻輳レベルが1になったのであればレベル1のCPU輻輳通知をIPルーチング部201に与え、CPU輻輳レベルの値を1に変化させる（ステップ510）。

【0052】さらにまた、CPU使用率Aが最小閾値TH1以下であれば（ステップ508で否定結果）、CPU輻輳レベルの値を参照して、今まで輻輳レベルが0の状態か新たに輻輳レベルが0になったのかを判定し（ステップ511）、新たに輻輳レベルが0になったのであれば、CPU輻輳解除通知をIPルーチング部201に与え、CPU輻輳レベルの値を0に変化させる（ステップ504）。

【0053】第2の実施形態のIPルーチング部201は、上述した図5に示す処理を実行するだけでなく、輻輳監視部205からの輻輳通知のレベルに応じたIPフレームの廃棄制御を行なうものである。IPルーチング部201は、図11に示すIPアドレステーブルを内蔵し、この格納内容を参照してIPフレームの廃棄制御を行なう。

【0054】図11に示すIPアドレステーブルにおいて、IPアドレスは、当該ATM交換機10AのARPテーブルのものと同様である。この第2の実施形態の場合、後述するように、ARPテーブルにおけるIPアドレスは、IPフレームの廃棄制御によって削除されたり再登録されたりするものであるが、IPアドレステーブルにおいて、IPアドレス及びATMアドレスは、一旦登録された後は削除されたり再登録されたりすることがないものである。

【0055】IPアドレステーブルにおける優先順位は、IPフレームの転送の優先順位を表しているものである。優先順位Aは、そのATM交換機（10A）を宛先とするIPフレームはCPU輻輳レベルの値が3のと

き（上述した閾値の例であればCPU使用率が90%を越えているとき）にだけ廃棄されるものであることを示し、優先順位Bは、そのATM交換機（10B、10C）を宛先とするIPフレームはCPU輻輳レベルの値が3及び2のとき（上述した閾値の例であればCPU使用率が80%を越えているとき）に廃棄されるものであることを示し、優先順位Cは、そのATM交換機（10D）を宛先とするIPフレームはCPU輻輳レベルの値が3、2及び1のとき（上述した閾値の例であればCPU使用率が70%を越えているとき）に廃棄されるものであることを示している。

【0056】ここで、優先順位は、例えば、ATM交換機に収容されているATM端末の多少や、ATM交換機に収容されている通信頻度が高いATM端末の通信データの種類（音声、映像、データ）等に基づいて定めれば良い。

【0057】IPアドレステーブルにおける制御状態は、IPアドレステーブルに記述されているIPアドレスが、ARPテーブルに記述されているか（値1）否か（値0）を表すものである。

【0058】第2の実施形態のIPルーチング部201は、より具体的には、輻輳監視部205から輻輳通知や輻輳解除通知が与えられたときに、例えば、図12及び図13に示すような処理を行なうことにより、IPアドレステーブルの内容に基づいたARPテーブルの内容操作を行なってIPフレームの廃棄制御を行なうものである。周知のように、ARPテーブルにIPアドレスが登録されていないIPフレームが当該ATM交換機10Aに到着しても、MAC層の処理によってそのIPフレームは受領されない。

【0059】第2の実施形態のIPルーチング部201は、輻輳通知や輻輳解除通知が与えられたときに図12及び図13に示す処理を開始し、受領した通知が、レベル3の輻輳通知か、レベル2の輻輳通知か、レベル1の輻輳通知か、輻輳解除通知かを判別する（ステップ520、526、536）。

【0060】レベル3の輻輳通知であれば（ステップ520で肯定結果）、図11に示すIPアドレステーブルから1個のATM交換機についての情報を取り出し（ステップ521）、その制御状態が1か否かを判定する（ステップ522）。制御状態が0であれば、情報を取り出したATM交換機向けのIPフレームを既に廃棄できる状態になっているので、後述するステップ525に直ちに進み、これに対して、制御状態が1であれば、レベル3が全ての優先順位のIPフレームの廃棄を指示するものであるのに対して廃棄できる状態になっていないので、制御状態を0に変更し（ステップ523）、また、取り出した情報のIPアドレス（及びATMアドレス）と同じ内容をARPテーブルから削除し（ステップ524）、その後、ステップ525に進む。ステップ5

10

20

30

40

50

25においては、ステップ521でのIPアドレステーブルから1個のATM交換機についての情報の取り出しが、全てのATM交換機について実行されたか否かを判定し、実行されていないならば上述したステップ521に戻り、実行されていれば一連の処理を終了する。

【0061】このようなステップ521～525でなる処理を繰り返すことにより、全てのIPフレームを廃棄できる状態になる。

【0062】輻輳監視部205からの通知がレベル2の輻輳通知であれば（ステップ526で肯定結果）、IP

アドレステーブルから1個のATM交換機についての情報を取り出し（ステップ527）、その優先順位を判定する（ステップ528）。  
【0063】優先順位がAであれば、制御状態が0か否かを判定する（ステップ529）。制御状態が1であれば、レベル2では廃棄対象でない優先順位AのATM交換機向けのIPフレームを廃棄しない状態に既になっているので、後述するステップ535に直ちに進み、これに対して、制御状態が0であれば、レベル2では廃棄対象でない優先順位AのATM交換機向けのIPフレームを廃棄する状態になっているので、制御状態を1に変更し（ステップ530）、また、取り出した情報のIPアドレスと同じ内容をARPテーブルに再登録し（ステップ531）、その後、ステップ535に進む。

【0064】これに対して、ステップ528での判定の結果が、優先順位がB又はCであるという結果であれば、制御状態が1か否かを判定する（ステップ532）。制御状態が0であれば、レベル2では廃棄対象の優先順位B又はCのATM交換機向けのIPフレームを廃棄する状態に既になっているので、ステップ535に直ちに進み、これに対して、制御状態が1であれば、レベル2では廃棄対象の優先順位B又はCのATM交換機向けのIPフレームを廃棄しない状態になっているので、制御状態を0に変更し（ステップ533）、また、取り出した情報のIPアドレスと同じ内容をARPテーブルから削除し（ステップ534）、その後、ステップ535に進む。

【0065】ステップ535においては、ステップ527でのIPアドレステーブルから1個のATM交換機についての情報の取り出しが、全てのATM交換機について実行されたか否かを判定し、実行されていないならば上述したステップ527に戻り、実行されていれば一連の処理を終了する。

【0066】このようなステップ527～535でなる処理を繰り返すことにより、優先順位B及びCのIPフレームを廃棄できる状態になる。

【0067】輻輳監視部205からの通知がレベル1の輻輳通知であれば（ステップ536で肯定結果）、IP

する（ステップ538）。

【0068】優先順位がA又はBであれば、制御状態が0か否かを判定する（ステップ539）。制御状態が1であれば、レベル1では廃棄対象でない優先順位A及びBのATM交換機向けのIPフレームを廃棄しない状態に既になっているので、後述するステップ545に直ちに進み、これに対して、制御状態が0であれば、レベル1では廃棄対象でない優先順位A及びBのATM交換機向けのIPフレームを廃棄する状態になっているので、制御状態を1に変更し（ステップ540）、また、取り出した情報のIPアドレス（及びATMアドレス）と同じ内容をARPテーブルに再登録し（ステップ541）、その後、ステップ545に進む。

【0069】これに対して、ステップ536での判定の結果が、優先順位がCであるという結果であれば、制御状態が1か否かを判定する（ステップ542）。制御状態が0であれば、レベル1では廃棄対象の優先順位CのATM交換機向けのIPフレームを廃棄する状態に既になっているので、ステップ545に直ちに進み、これに対して、制御状態が1であれば、レベル1では廃棄対象の優先順位CのATM交換機向けのIPフレームを廃棄しない状態になっているので、制御状態を0に変更し（ステップ543）、また、取り出した情報のIPアドレスと同じ内容をARPテーブルから削除し（ステップ544）、その後、ステップ545に進む。

【0070】ステップ545においては、ステップ537でのIPアドレステーブルから1個のATM交換機についての情報の取り出しが、全てのATM交換機について実行されたか否かを判定し、実行されていないならば上述したステップ537に戻り、実行されていれば一連の処理を終了する。

【0071】このようなステップ537～545でなる処理を繰り返すことにより、優先順位CのIPフレームを廃棄できる状態になる。

【0072】輻輳監視部205からの通知が輻輳解除通知であれば（ステップ536で否定結果）、IPアドレステーブルから1個のATM交換機についての情報を取り出し（ステップ546）、その制御状態が0か否かを判定する（ステップ547）。制御状態が1であれば、情報を取り出したATM交換機向けのIPフレームを廃棄しない状態になっているので、後述するステップ550に直ちに進み、これに対して、制御状態が0であれば、IPフレームを廃棄する状態になっているので、制御状態を1に変更し（ステップ548）、また、取り出した情報のIPアドレスと同じ内容をARPテーブルに再登録し（ステップ549）、その後、ステップ550に進む。ステップ550においては、ステップ546でのIPアドレステーブルから1個のATM交換機についての情報の取り出しが、全てのATM交換機について実行されたか否かを判定し、実行されていないならば上述し



たステップ546に戻り、実行されていれば一連の処理を終了する。

【0073】このようなステップ546～550でなる処理を繰り返すことにより、全てのIPフレームを転送できる状態になる。

【0074】例えば、CPU輻輳が生じていない状態から、レベル2のCPU輻輳状態になると、輻輳監視部205からIPルーチング部201にレベル2の輻輳通知が発行され、これにより、ARPテーブルから優先順位B及びCのIPアドレスが削除され、ATM交換機10B、10C、10D向けのIPフレームがIPルーチング部201に流入し得ない状態となる。

【0075】このような状態変化によって、CPU輻輳が解除されると、輻輳監視部205からIPルーチング部201に輻輳解除通知が発行され、これにより、ARPテーブルに優先順位B及びCのIPアドレスが再登録され、ATM交換機10B、10C、10D向けのIPフレームもIPルーチング部201に流入する状態に戻る。

【0076】第2の実施形態のATM交換機によっても、CPU使用率を監視し、CPU輻輳状態ではIPフレームを廃棄するようにしたので、CPU輻輳状態をほぼ確実に回避できるようになる。

【0077】これに加えて、第2の実施形態のATM交換機によれば、廃棄するIPフレームに優先順位を設けているので、IPフレームの重要度に応じたIPフレームの廃棄制御を行なうことができ、重要なIPフレームの廃棄を必要最小限に止めることができる。

【0078】なお、この第2の実施形態の変形例としては、輻輳解除通知も解除した輻輳レベルを明らかにして行なうようにしたものも挙げることができる。

【0079】(C) 第3の実施形態  
次に、本発明のパケット交換装置をATM交換機に適用した第3の実施形態を図面を参照しながら詳述する。

【0080】この第3の実施形態のATM交換機は、他のATM交換機に自己がCPU輻輳状態にあるか否かを通知する機能をも有するものであり、また、他のATM交換機からCPU輻輳状態にある旨の通知を受けた場合にIPフレームの送信を停止させようとしたものである。

【0081】第3の実施形態のATM交換機も、ハードウェア構成の概略は、従来に係る図2と同様である。

【0082】しかし、第3の実施形態において、IPフレームの転送機能をブロック図で示した場合には、図14に示すようになり、第1及び第2の実施形態に係る図1と比較して、TCP部輻輳制御部206が追加されている。

【0083】図14において、LAN制御部200、IP部202、AAL部203及び輻輳監視部205は、第1又は第2の実施形態と同様なものであり、その説明

は省略する。

【0084】この第3の実施形態のIPルーチング部201における、CPU使用率に応じたIPフレームの廃棄制御の機能自体は、第1又は第2の実施形態と同様である(図7、又は、図12及び図13参照)。

【0085】しかし、第3の実施形態のIPルーチング部201におけるIPフレームのルーチング処理機能は、第1及び第2の実施形態のものとは異なっている。すなわち、第1及び第2の実施形態のIPルーチング部201は、入力されたIPフレームに対して、上述した図5に示すルーチング処理を行なうものであったが、この第3の実施形態のIPルーチング部201は、図5に示す処理に代えて、図14に示すルーチング処理を行なうものである。なお、図14において、図5との同一、対応処理ステップには同一符号を付して示している。

【0086】第3の実施形態のIPルーチング部201は、受信したIPフレームの宛先の判別結果がLAN回線であるときは(ステップ302で肯定結果)、第1及び第2の実施形態と同様に処理する(ステップ303)。

【0087】IPルーチング部201は、受信したIPフレームの宛先の判別結果が他のATM交換機である場合には(ステップ302で否定結果)、当該ATM交換機がCPU輻輳状態にあるか否かを判定し(ステップ307)、CPU輻輳状態にあれば受信IPフレームに輻輳表示を盛り込んだ後(ステップ308)、CPU輻輳状態になれば直ちに、第1及び第2の実施形態と同様に、宛先とする他のATM交換機への転送処理を実行する(ステップ304～306)。

【0088】ここで、輻輳表示は、例えば図15に示すように、IPフレームのヘッダにそのためのエリア600を確保して行なうようにすれば良い。なお、データフィールドの所定位置に盛り込むようにしたものであっても良い。

【0089】IPルーチング部201は、受信したIPフレームの宛先の判別結果が他のATM交換機である場合には(ステップ300で肯定結果)、受信IPフレームに輻輳表示が盛り込まれているか否かや、輻輳表示が盛り込まれていた状態から今回が盛り込まれないように変化したか否かを判定する(ステップ309、311)。輻輳表示が盛り込まれている場合には、TCP部204が送信を停止するようなデータフロー制御状態に移行させるような処理依頼をTCP部輻輳制御部206に行なった後(ステップ310)、また、輻輳表示が盛り込まれていない状態に変化した場合には、TCP部204が送信を再開するようなデータフロー制御状態に移行させるような処理依頼をTCP部輻輳制御部206に行なった後(ステップ312)、IPフレームの送信元(中継元)のATM交換機でのCPU輻輳が継続していなければ直ちに、受信IPフレームをTCP部204に

引き渡す(ステップ301)。

【0090】以上のように、この第3の実施形態のIPルーティング部201は、自ATM交換機が中継して他のATM交換機にIPフレームを転送する場合には、自ATM交換機がCPU輻輳状態にあるか否かの情報を盛り込む処理を行なうと共に、自己宛てのIPフレームを受信したときには、その受信IPフレームに盛り込まれている送信元の他のATM交換機のCPU輻輳状態情報に基づいて、TCP部輻輳制御部206にTCP部204の制御を依頼するものである。

【0091】この第3の実施形態のTCP部輻輳制御部206は、TCP部204の制御を依頼された場合、図17に示すデータフロー制御テーブルを参照して、TCP部204のデータフローを可変させる制御を行なうものである。

【0092】図17において、データフロー制御テーブルは、IPフレームヘッダに含まれる発信元アドレスとTCPヘッダに含まれる発信元ポート番号の論理番号であるIPアドレス+TCPポート番号701と、データフロー制御を実行しているか否かを示すデータフロー制御状態702とからなる。

【0093】TCP部輻輳制御部206は、フローチャートの図示は省略するが、具体的には、以下のような処理を行なう。

【0094】TCP部輻輳制御部206は、IPルーティング部201から上述したステップ310で処理が依頼された場合(受信IPフレームに輻輳表示があった場合)には、受信IPフレームヘッダに含まれている発信元アドレスと、受信IPフレームに係るTCPヘッダに含まれている発信元ポート番号から、IPアドレス+TCPポート番号701を求め、そのデータフロー制御情報702を制御実施中とする。

【0095】また、TCP部輻輳制御部206は、IPルーティング部201から上述したステップ312で処理が依頼された場合(TCP部204がデータフロー制御を実施中に輻輳表示がないIPフレームを受信した場合)には、受信IPフレームヘッダに含まれている発信元アドレスと、受信IPフレームに係るTCPヘッダに含まれている発信元ポート番号から、IPアドレス+TCPポート番号701を求め、そのデータフロー制御情報702を制御未実施とする。

【0096】この第3の実施形態のTCP部204は、データフロー制御を実行するものである(なお、第1及び第2の実施形態の説明では省略していたが、一般に、TCP部204はデータフロー制御機能を有する)。すなわち、TCP部204は、IPアドレス+TCPポート番号701に対するデータフロー制御情報702が制御実施中の場合には、データフロー制御を行なって一時的にデータ通信を中止する。これにより、エンドー

端減することができる。

【0097】第3の実施形態のATM交換機によっても、第1又は第2の実施形態と同様な効果を奏することができる。

【0098】これに加えて、第3の実施形態のATM交換機によれば、中継ATM交換機でのCPU輻輳を他のATM交換機に通知し、通知を受けたATM交換機がエンドーエンドのTCPによるデータフロー制御でIPフレームの送信を停止するようにしたので、IPフレームの廃棄を伴うことなく、この点からもCPU輻輳を回避できる。

【0099】(D)他の実施形態

なお、上記各実施形態においては、IPフレームの廃棄によってCPU輻輳を回避するものを示したが、これに加えて、ATMセル単位の廃棄でCPU輻輳の回避を計るようにしても良い。この場合において、例えば、CPU輻輳度合いが小さいときはATMセル単位での廃棄を行ない、CPU輻輳度合いが大きいときはIPフレーム単位での廃棄を行なうような相互の廃棄に関連を持たせるようにしても良い。

【0100】また、上記各実施形態においては、ATM網とLANとを接続したネットワークでのATM交換機を対象としたものを示したが、ネットワークの種類はこれに限定されるものではない。例えば、ATM網以外のパケット網とLANとを接続したネットワークでのパケット交換装置に本発明を適用することができ、また、ATM網とWANとを接続したネットワークでのATM交換機に本発明を適用することができる。

【0101】上記第3の実施形態においては、CPU輻輳が発生したATM交換機でのIPフレームを廃棄したものを示したが、他のATM交換機におけるエンドーエンドのTCPによるデータフロー制御のみを行なうようにしても良い。

【0102】

【発明の効果】以上のように、第1の本発明のパケット交換装置によれば、自己内の中央処理装置の使用率が所定値以上に高い輻輳状態の発生を監視する輻輳監視手段と、この輻輳監視手段が輻輳を検出したときに、受信した少なくとも一部のフレームを廃棄するフレーム廃棄手段とを有するので、中央処理装置の輻輳を有効に回避することができる。

【0103】また、第2の本発明のパケット交換装置によれば、自己内の中央処理装置の使用率が所定値以上に高い輻輳状態の発生を監視する輻輳監視手段と、この輻輳監視手段による輻輳検出情報を、他のパケット交換装置へ転送するフレームに挿入する輻輳検出情報挿入手段と、他のパケット交換装置からの自己宛てのフレームに挿入されている輻輳検出情報に応じて、送信データの送信停止又は送信再開を制御するデータ送信制御手段とを有するので、中央処理装置の輻輳を有効に回避すること

ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態のIPフレームの転送に係る機能ブロック図である。

【図2】IPフレームの流れの説明図である。

【図3】ATM交換機のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図4】従来のIPフレームの転送に係る機能ブロック図である。

【図5】従来のIPルーチング部の処理を示すフローチャートである。

【図6】第1の実施形態の輻輳監視部の処理を示すフローチャートである。

【図7】第1の実施形態のIPルーチング部の処理を示すフローチャートである。

【図8】第1の実施形態のIP部の処理を示すフローチャートである。

【図9】第2の実施形態に係るネットワーク例を示すブロック図である。

【図10】第2の実施形態の輻輳監視部の処理を示すフ

ローチャートである。

【図11】第2の実施形態のIPアドレステーブルを示す説明図である。

【図12】第2の実施形態のIPルーチング部の処理を示すフローチャートである。

【図13】第2の実施形態のIPルーチング部の処理を示すフローチャートである。

【図14】第3の実施形態のIPフレームの転送に係る機能ブロック図である。

【図15】第3の実施形態のIPフレームのヘッダを示す説明図である。

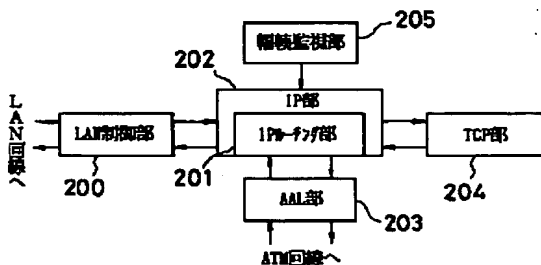
【図16】第3の実施形態のIPルーチング部の処理を示すフローチャートである。

【図17】第3の実施形態のデータフロー制御テーブルを示す説明図である。

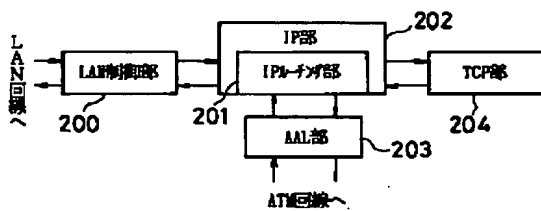
【符号の説明】

106…中央処理装置(CPU)、200…LAN制御部、201…IPルーチング部、202…IP部、203…AAL部、204…TCP部、205…輻輳監視部、206…TCP部輻輳制御部。

【図1】



【図4】

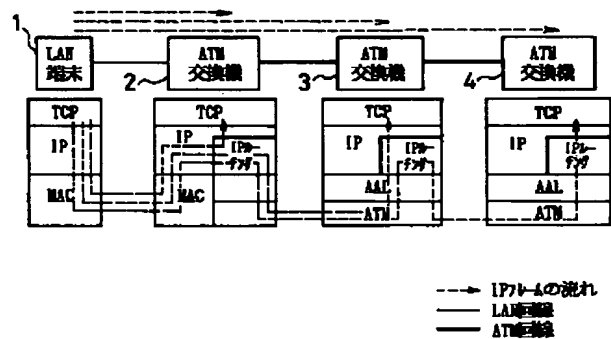


【図15】

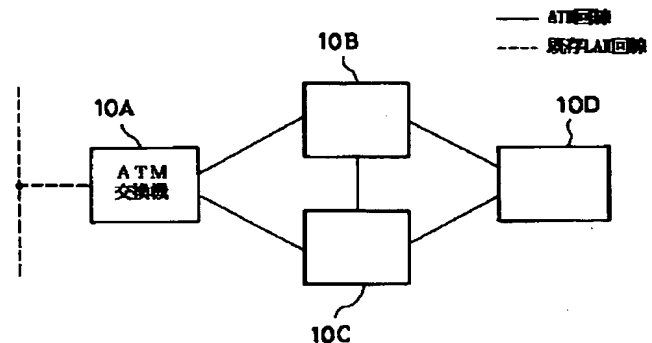
ヘッダ	IML	ヘッダ	ヘッダ
ID	7ビット	7ビット・オフセット	
タイム・アウツ	7ビット	ヘッダ・フィールド	
発信元アドレス			
宛先アドレス			
輻輳表示			

600

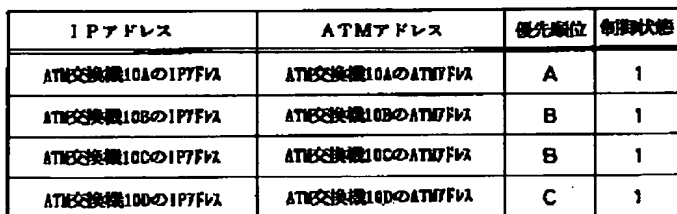
【図2】



【図9】



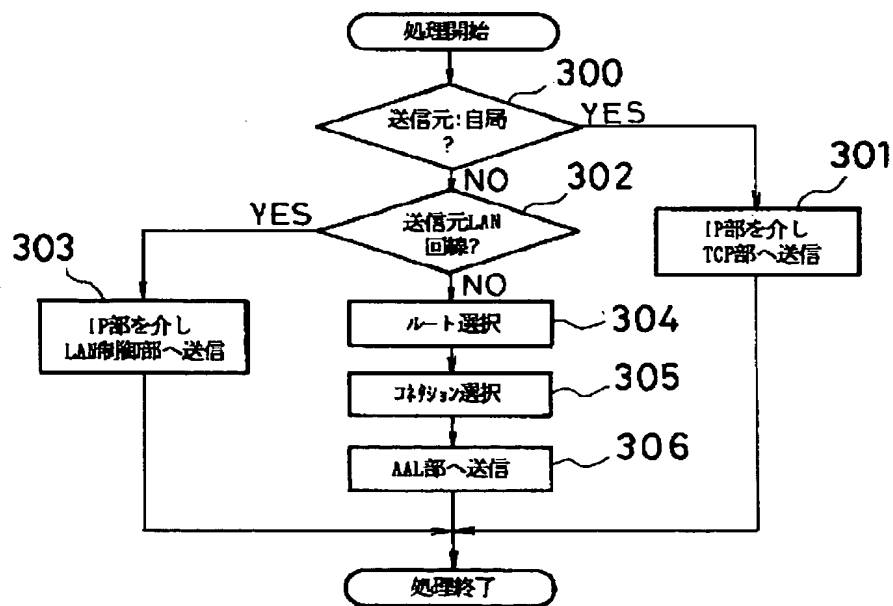
【☒ 1 1】



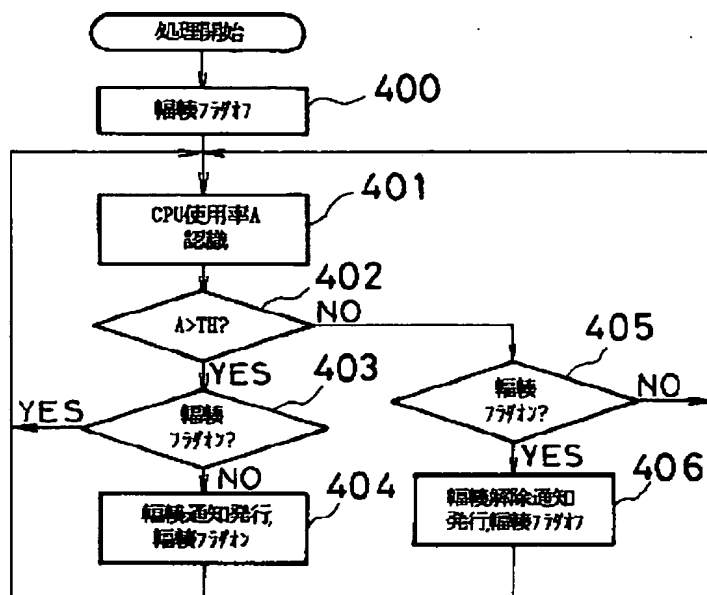
【例 17】

701 IPTFW+TCP+番号	702 メーカー制御
.	.
.	.
.	.
.	.

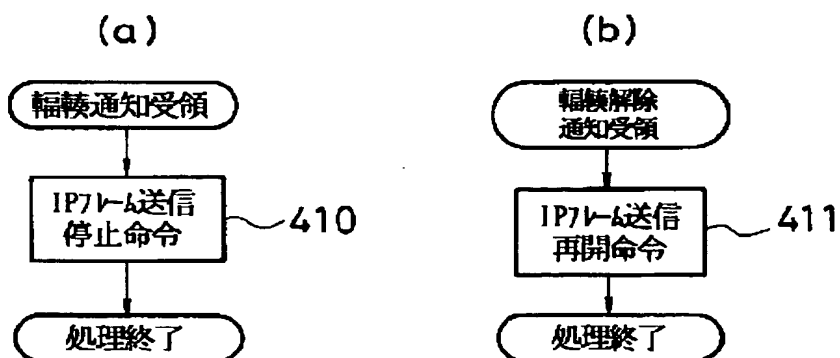
【例 5】



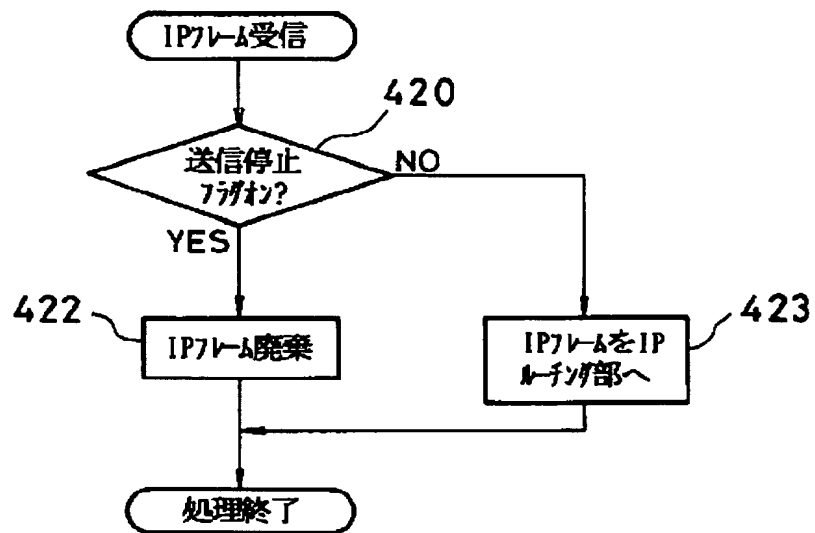
【図6】



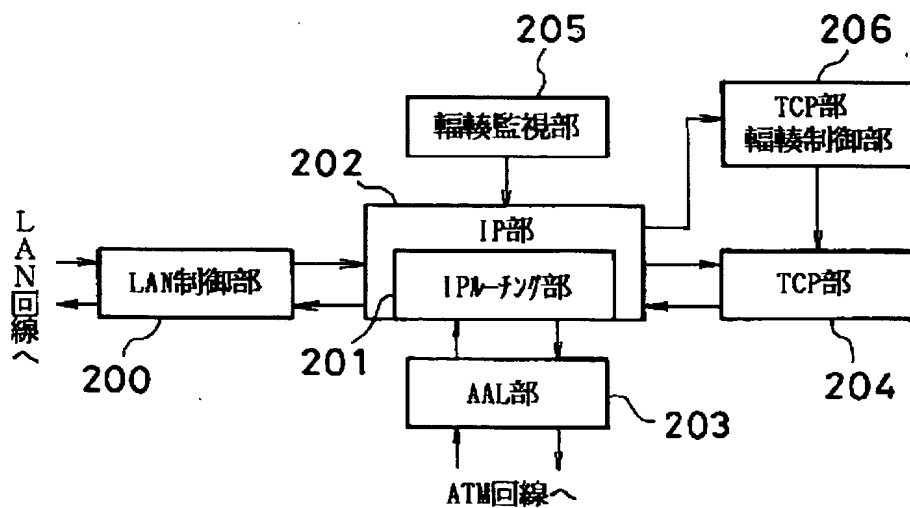
【図7】



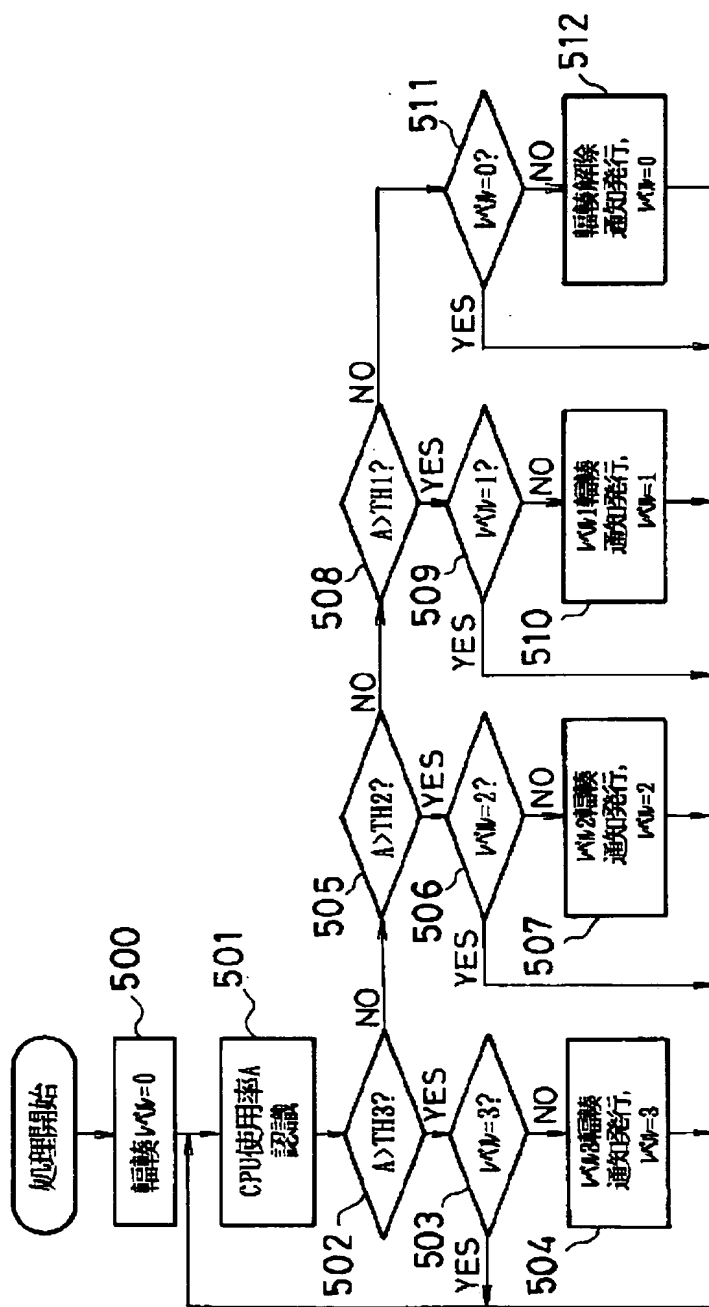
【図8】



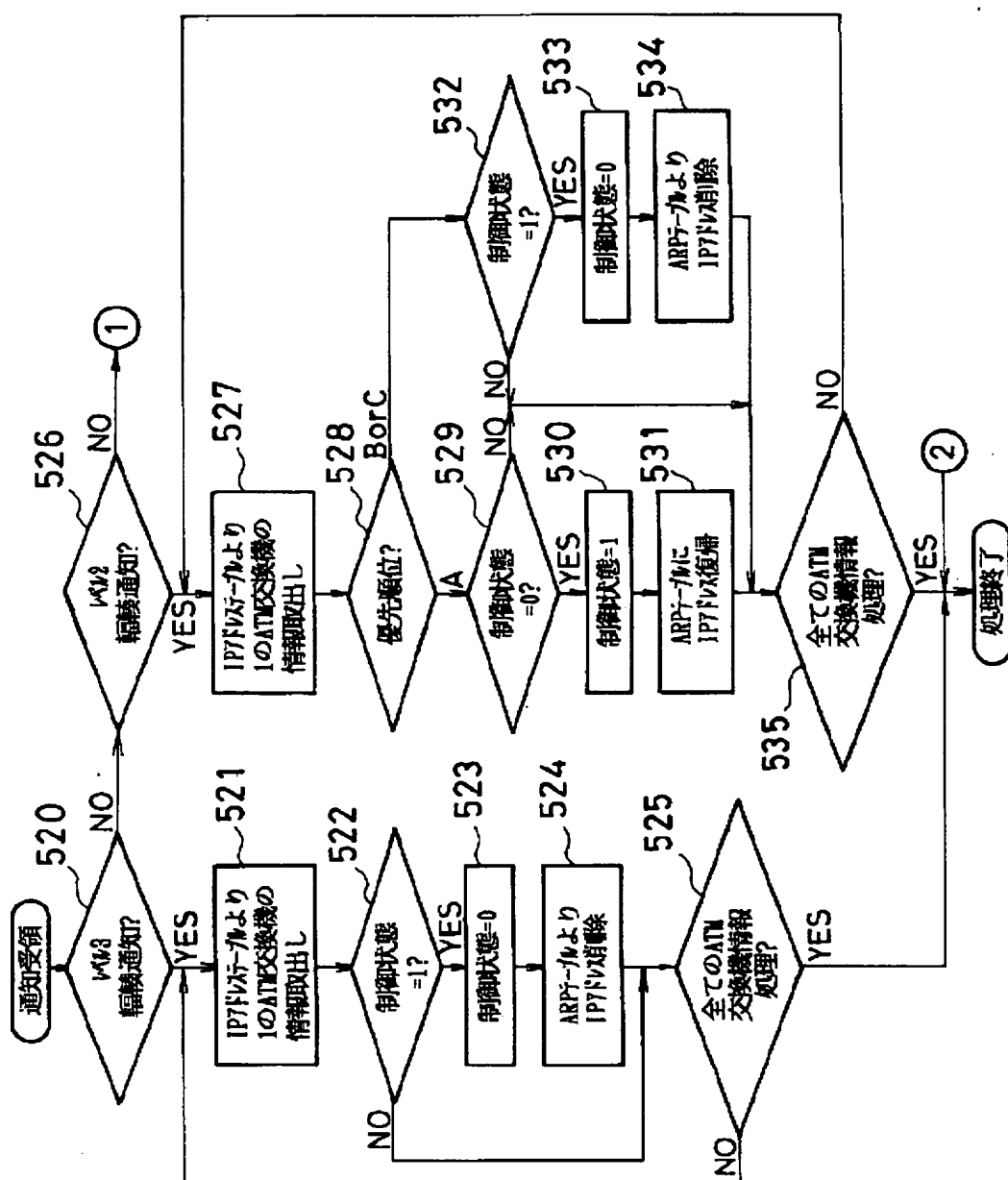
【図14】



【図10】

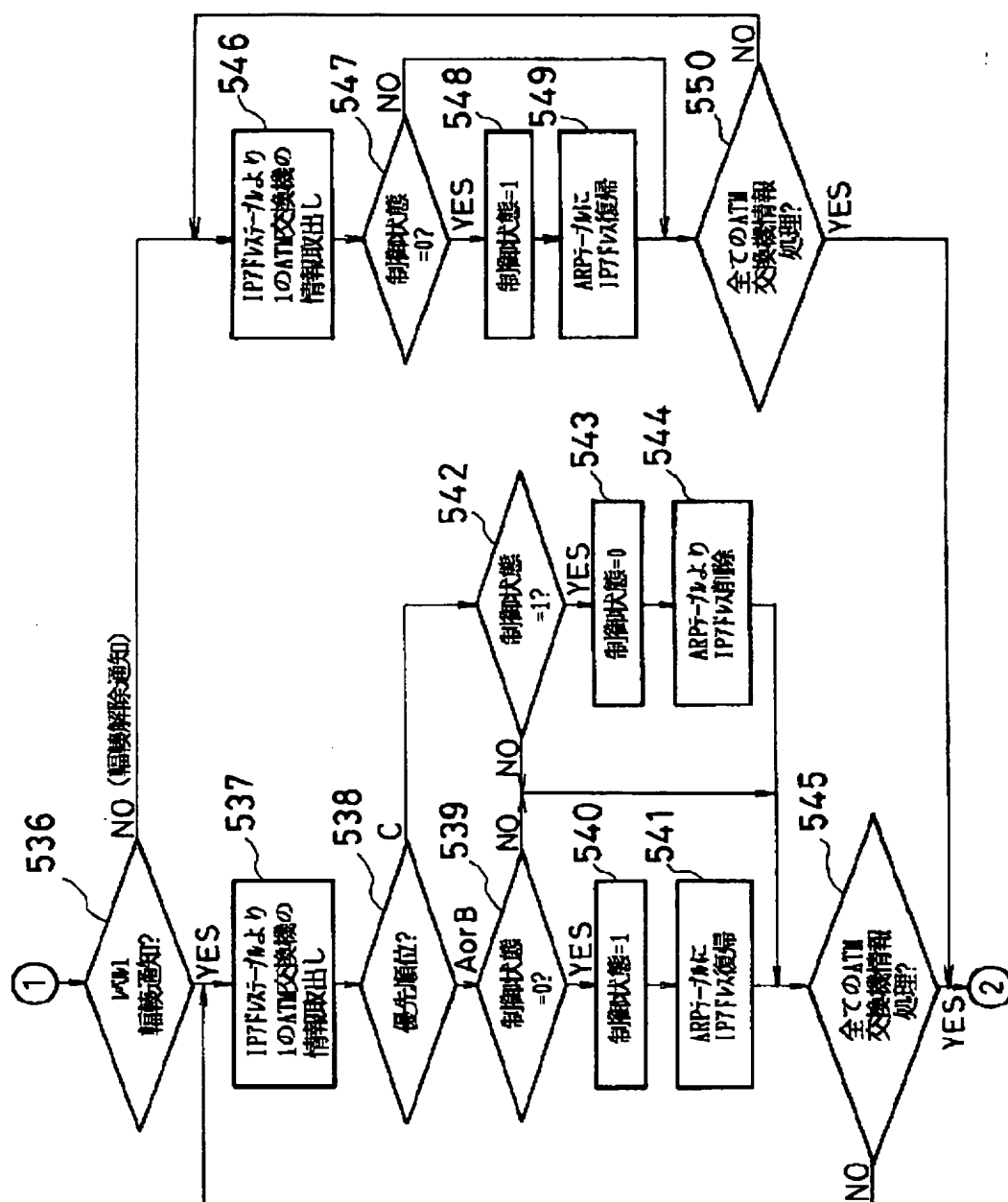


【図12】





【図13】



【図16】

